

Moto Rettilineo Uniformemente Accelerato

Lorenzo Mauro Sabatino

Novembre 2024

Sommario

In questa esperienza si vuole studiare e caratterizzare un moto che non avviene a velocità costante ma con una certa accelerazione uniforme nel tempo.

1 Introduzione

Si parla di moto rettilineo uniformemente accelerato quando un corpo percorre una traiettoria rettilinea con accelerazione costante. L'accelerazione è il rapporto tra la variazione di velocità di un corpo e l'intervallo di tempo che esso impiega a realizzare tale variazione di velocità:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (1)$$

In questo moto l'accelerazione media è la stessa in qualunque intervallo di tempo considerato e su qualunque distanza, inoltre l'accelerazione istantanea in ogni punto è costante ed eguaglia l'accelerazione media. Infine le variazioni di velocità del corpo sono direttamente proporzionali agli intervalli di tempo impiegati.

In questo esperimento affrontiamo lo studio sperimentale del moto rettilineo accelerato di un oggetto che scivola lungo il piano inclinato e di un altro legato a un contrappeso (studiato con il software Tracker).

2 Piano inclinato

2.1 Procedimento

- Utilizzare come piano inclinato una pista (lunga almeno 1 metro), opportunamente inclinata di qualche grado;
- Posizionare la macchina a un riferimento di partenza e lasciarla andare liberamente con velocità iniziale nulla;
- Segnare dei riferimenti ad intervalli di spazio regolari (es. 10 cm) sulla pista;

- Misurare il tempo¹ che impiega la macchinina a raggiungere i riferimenti fissati. Si può procedere in due modi: o si fanno misure ripetute di tempo di uno stesso intervallo, e poi si passa a quello successivo, oppure si considera tutto il percorso della macchinina cronometrando il tempo ad ogni riferimento;²
- Per ogni intervallo di spazio calcolare la velocità media;
- Raccogliere in maniera ordinata i dati in tabelle e gli errori e sensibilità;
- Verificare la legge 1.

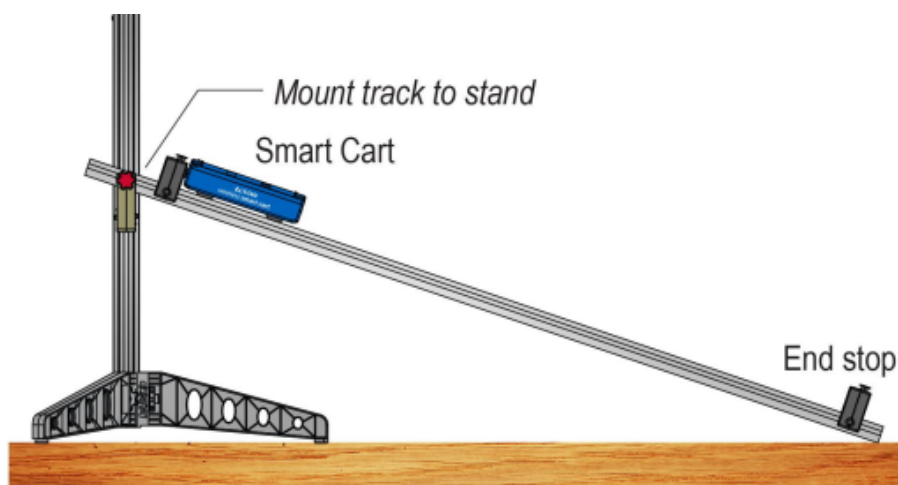


Figura 1: Setup

¹Si può utilizzare un cronometro: in tal caso è consigliato iniziare a misurare il tempo impiegato per percorrere le distanze maggiori e via via quelle minori per prendere dimestichezza con lo strumento. Va bene anche fare un video e leggere da lì i tempi.

²Uno dei due metodi è più preciso, quale?

2.2 Tabelle e analisi dati

I dati devono essere raccolte in tabelle ordinate. Esempio di tabella:

		Δt [s]	e_t	Δv [m/s]	e_v
$\Delta x_1 = \dots$	Mis. 1		\pm		\pm
	Mis. 2		\pm		\pm
	Mis. 3		\pm		\pm
	...		\pm		\pm
$\Delta x_2 = \dots$	Mis. 1		\pm		\pm
	Mis. 2		\pm		\pm
	Mis. 3		\pm		\pm
	...		\pm		\pm

- Potete creare le tabelle nella maniera che preferite
- **Importante:** segnate sempre gli errori (calcolati con le formule viste a lezione). Per quanto riguarda la stima della misura fate di nuovo riferimento alle formule viste (media aritmetica ed errore assoluto)
- Disegnare il grafico (a mano, con Excel, con Desmos,...) che metta in relazione: s-t, s-t², v-t, a-t
- Dal grafico velocità - tempo ci si aspetta di osservare un andamento lineare $y = mx$. Riscrivendo la legge 1:

$$\Delta v = a \cdot \Delta t \quad (2)$$

si capisce il ruolo di \vec{a} nel grafico lineare. Verificare che il valore del coefficiente della retta (che esprime l'accelerazione) sia compatibile con i valori di accelerazioni ottenuti dalle misure di tempo e velocità per i vari intervalli.

2.3 Conclusioni e domande

- La legge è verificata?
- Il valore del coefficiente angolare teorico e sperimentale sono compatibili?
- Ora considerare il grafico s-t². Che informazioni si ricavano?
- Se si fa partire la macchinina con velocità iniziale diversa da zero? Cosa cambia?

3 Tracker

3.1 Procedimento

- Allestire l'ambiente di lavoro per realizzare l'esperimento: disposto il binario sul piano, bisogna fissare la carrucola all'asta di sostegno mediante l'uso di un morsetto e poi collocare il tutto ai piedi del bancone;
- Annodare al carrello un filo e sull'altra estremità un contrappeso costituito da un supporto per dischetti di metallo (a cui possono essere aggiunte delle masse) lasciato libero di muoversi, spinto dalla sua forza peso;
- Collocare il carrello sul punto di partenza del binario e lasciarlo andare;
- Fare un video nitido del moto del carrello
- Importare sul software Tracker e da lì effettuare l'analisi dei dati;
- Verificare la legge 1.

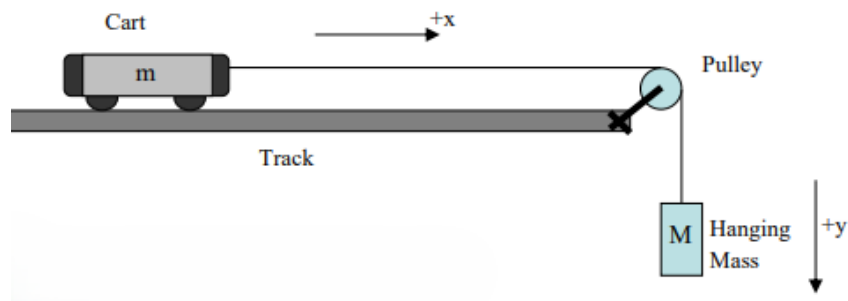


Figura 2: Setup

3.1.1 Utilizzo del software Tracker

Vedi appendice.

3.2 Tabelle e analisi dati

- I dati devono essere raccolte in tabelle ordinate;
- In questo caso le tabelle saranno create automaticamente da Tracker. Nonostante ciò, l'analisi dati dovrà comunque comprendere la propagazione degli errori con le formule viste a lezione;
- Creare tramite il software i grafici che mettano in relazione: s - t , s - t^2 , v - t , a - t

- Dal grafico velocità - tempo ci si aspetta di osservare un andamento lineare $y = mx$. Riscrivendo la legge 1:

$$\Delta v = a \cdot \Delta t \quad (3)$$

si capisce il ruolo di \vec{a} nel grafico lineare. Verificare che il valore del coefficiente della retta (che esprime l'accelerazione) sia compatibile con i valori di accelerazioni ottenuti dalle misure di tempo e velocità per i vari intervalli.

3.3 Conclusioni e domande

- La legge è verificata?
- Il valore del coefficiente angolare teorico e sperimentale sono compatibili?
- Ora considerare il grafico $s-t^2$. Che informazioni si ricavano?
- Se si fa partire la macchinina con velocità iniziale diversa da zero? Cosa cambia?

A Utilizzo del software Tracker

Riassunto sintetico dell'utilizzo del software Tracker.

- Innanzitutto è consigliato scaricare il software su un computer (è gratuito);
- Per caricare il video selezionare File > Apri e cercare il file tra quelli presenti sul proprio PC;
- Tra le icone in alto, selezionare "Mostra o nascondi gli assi delle coordinate" e scegliere così come posizionare i riferimenti cartesiani nel video;
- Tra le icone in alto, selezionare "Misura a nastro con il braccio del goniometro" > Nuovo > Asta di misura e inserire, tramite l'asta, alcune lunghezze caratteristiche presenti nel video (es. la lunghezza di un tratto di percorso). L'unità di misura è in metri. *Vedi figura 3;*

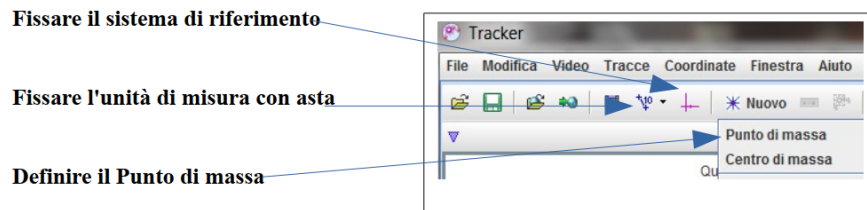


Figura 3

- Tra le icone in alto, selezionare Nuovo > Punto di massa e Shift + click con mouse, per inserire un riferimento visivo che servirà ad analizzare il moto di un oggetto nel video. Posizionare il punto di massa sull'oggetto da analizzare;
- Ripetendo Shift + click si aggiungono altri punti di massa man mano che il software passa ai frame successivi;
- Si può anche utilizzare la funzione di auto-tracker in cui il software capisce (o dovrebbe capire) che punto tracciare. La procedura per far ciò è identica fino all'inserimento del punto di massa, ma l'azione da effettuare è: Shift + Ctrl + click con mouse. Il cursore diventa rotondo e si apre la finestra "Autotracciatore"; selezionando "Cerca" il software inserisce i punti

automaticamente. Potrebbe capitare che la funzione faccia degli errori: in tal caso eliminare i punti creati, centrare meglio il cursore e proseguire con l'auto-tracker. Vedi figura 4;

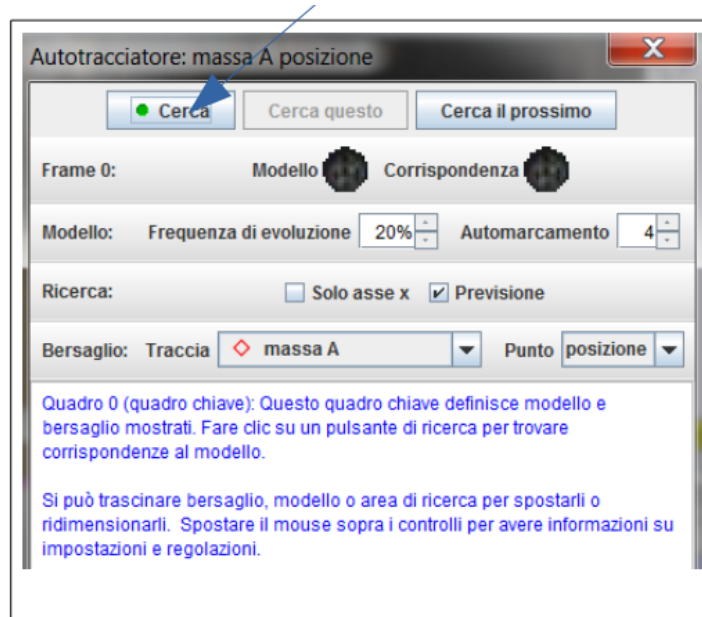


Figura 4

- Suggerimento: può essere comodo isolare solo la porzione di video che interessa. Si può far ciò spostando i cursori nella barra in basso.
- Il software crea automaticamente i grafici e le tabelle. Selezionando i grafici si possono anche cambiare le grandezze sugli assi e crearne alcune personalizzate.